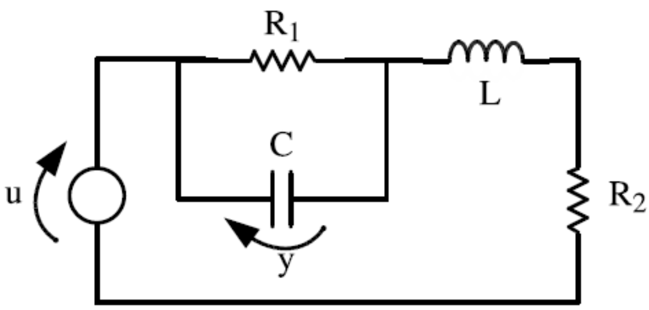
ESERCIZIO 1

1. Si consideri la rete elettrica riportata in figura:



ove $R_1 = R_2 = 1$, $L = 1$ e $C = 6$.

1.1 Si scrivano le equazioni del sistema dinamico che descrive la rete elettrica.

1.2 Si ricavi la funzione di trasferimento e si dica se il sistema è in forma minima.

1.3 Si determini quanto vale al tempo $t = 2$ la risposta all'ingresso $u(t) = \text{imp}(t)$.

ESERCIZIO 2

Il modello (parziale) di un reattore per la polimerizzazione è descritto dalle seguenti equazioni, dove, in variabili adimensionali, x_1 è la concentrazione del monomero e x_2 è la concentrazione dell'iniziatore e u è la portata volumetrica dell'iniziatore.

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 10(6 - x_1(t)) - 2x_1(t)\sqrt{x_2(t)} \\ \dot{x}_2(t) = 80u(t) - 10x_2(t) \\ y(t) = x_1(t) \end{cases}$$

1. si determini lo stato di equilibrio che corrisponde all'ingresso costante $\bar{u} = 0.125$;

2. si determini il sistema linearizzato nell'intorno dell'equilibrio trovato;

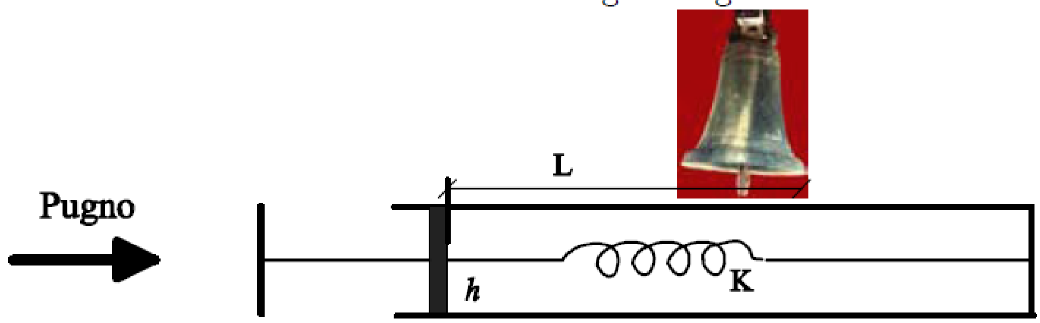
3. si studi la stabilità dell'equilibrio

4. si calcoli la funzione di trasferimento del sistema linearizzato

Nota bene: siccome il sistema di partenza è non lineare, ad un ingresso costante potrebbero corrispondere più punti di equilibrio.

ESERCIZIO 3

In una fiera di paese i visitatori possono valutare la forza dei loro pugni utilizzando la macchina schematizzata nella figura seguente



dove $L = 20$ cm è la distanza da far compiere al pistone per far suonare la campana, $K = 20Kg/m$ è il coefficiente elastico della molla, $h = 400Kg/m/s$

è il coefficiente di attrito lineare del pistone mentre la massa del pistone è trascurabile.

Il visitatore deve scagliare un pugno ogni 10 sec sino a far suonare la campana. A seconda del numero di colpi necessari per far suonare la campana la macchina dà i seguenti risultati:

Categoria	A	B	C	Ritirati!!
Numero colpi	1	2	3	>3

1. Qual'è la forza F in Kg con cui occorre colpire per appartenere alle diverse categorie?

2. Qual'è la forza al di sotto della quale la campana non suonerebbe nemmeno con un numero infinito di colpi?

ESERCIZIO 4

Di un sistema S si conosce il diagramma della risposta in frequenza riportato in Figura 11

1. Si ricavi la funzione di trasferimento del sistema e (usando i diagrammi cartesiani) si calcoli la risposta a regime per

$$u(t) = 2sen(5t)$$

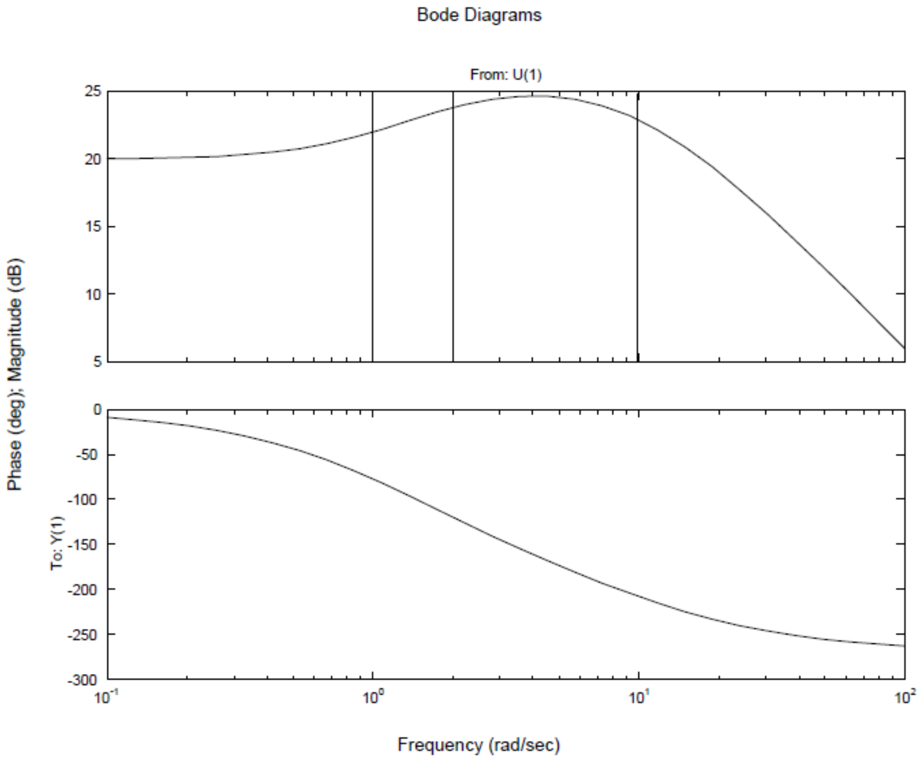


Figure 11:

Supponendo di retroazionare, con **retroazione positiva**, il sistema S con un dispositivo avente funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{0.1(s+10)}{s+a}, \qquad a > 0$$

si studi la stabilità del sistema retroazionato, al variare di a usando il criterio di Routh.

ESERCIZIO 5

Dire se le seguenti affermazioni sono vere o false. Punteggio: risposta esatta= 1, errore= −0.5, non risponde= 0.

$V \quad F$

(a) Sia $G(s) = \frac{s\tau+1}{(s+1)(2s+1)}$. Per $0 \leq \tau \leq 2$ la risposta allo scalino di $G(s)$ non presenta sovraelongazioni.

☐ ☐

(b) Un sistema LTI con matrice $A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ha almeno un modo illimitato.

☐ ☐

(c) Si consideri il sistema SISO con ingresso u ed uscita y descritto dall'equazione differenziale $\ddot{y}(t) + \dot{y}(t) = u(t)$ ove $u(0) = y(0) = \dot{y}(0) = 0$. Allora la funzione di trasferimento che lo rappresenta contiene un integratore.

☐ ☐

(d) Condizione necessaria perchè la connessione in parallelo di due funzioni di trasferimento sia asintoticamente stabile e che lo siano entrambe.

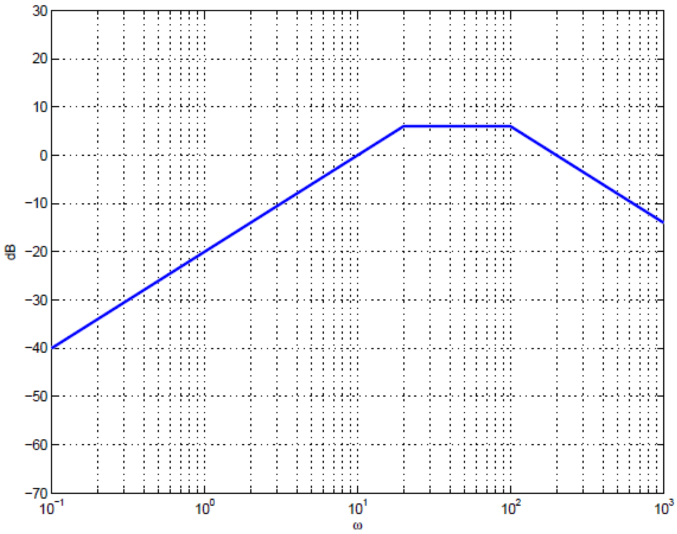
☐ ☐

(e) Si consideri il sistema di controllo rappresentato nell'esercizio 3 e si assuma $L(s) = \frac{1}{s}$. Per qualunque valore $p < 0$ esiste $\mu > 0$ tale che il sistema in anello chiuso ha un polo in p.

☐ ☐

ESERCIZIO 6

Si consideri il seguente diagramma di Bode asintotico del modulo



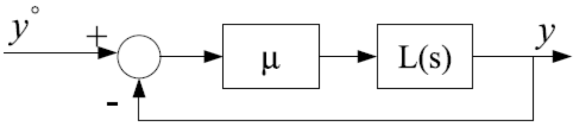
Sapendo che:

- il sistema è privo di ritardi e di poli e zeri con pulsazione identica;
- il diagramma di Bode asintotico della fase è compreso tra $-90°$ e $0°$;

si tracci il diagramma di Bode asintotico della fase. Si tracci inoltre l'andamento qualitativo del diagramma vero e si determini la funzione di trasferimento che da luogo ai diagrammi.

ESERCIZIO 7

Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \frac{(\frac{s}{2}+1)^2}{(-\frac{s}{0.2}+1)^2}, \; R(s) = \mu$$

Sapendo che $\angle L(0.632) = 180^\circ$, si utilizzi il criterio di Nyquist per determinare tutti i valori di $\mu \neq 0$ che rendono il sistema in anello chiuso asintoticamente stabile.

ESERCIZIO 8

Si determini, **motivando la risposta** quali tra i seguenti sistemi lineari

$$G_1(s) = \frac{1}{2}\frac{4-8s}{(0.5+s)(1+3s)}, \quad G_2(s) = \frac{1}{s^2+\frac{s}{3}+\frac{1}{4}}, \quad G_3(s) = \frac{2}{3}\frac{1}{(0.5+s)(s+\frac{1}{3})}, \quad G_4(s) = \frac{4}{1+2s}$$

ha generato la risposta allo scalino unitario rappresentata nella figura seguente: